



MODELO DE ESTRUTURA DE PRODUTO PARA A MANUFATURA

BARCELOS, Bruno Vergílio¹

¹ Engenheiro de Produção Mecânica, Departamento de Planejamento e Controle de Produção, brunovergiliobarcelos@hotmail.com

Resumo: *A otimização dos processos fabris é tema em destaque em qualquer organização, tendo em vista o aumento da competitividade e as exigências dos consumidores. Em contrapartida a este cenário, a literatura específica, descreve como sendo comum erros primários nas formas de consideração dos processos de transformação dos produtos. Portanto, este estudo visou apresentar a relação do “desenho” da estrutura de produto com a inconsistência dos dados gerados pelo controlador de produção, sugerindo que o desenvolvimento do projeto do produto deve estar atrelado aos processos no decorrer das etapas de transformação. Este formato, aliado a capacidade produtiva, garante status de produção real e o abastecimento logístico eficaz objetivado. A pesquisa-ação utilizada como metodologia permitiu identificar os problemas encontrados nas empresas, analisar a situação atual, elaborar as proposições dos resultados e por fim, compilar os dados para apresentação das capacidades produtivas por centro de trabalho de montagem, mensurando o impacto da estrutura de produto para manufatura nas atuais listas técnicas da organização. Os resultados encontrados foram satisfatórios, garantindo, dentre outros, precisão para as tomadas de decisão e confiabilidade nos prazos de entrega ao mercado consumidor.*

Palavras-chave: Estrutura de produto, Status de produção, Abastecimento logístico.

PRODUCT STRUCTURE MODEL FOR MANUFACTURE

Abstract: *The optimization of manufacturing processes is a subject highlighted in any organization, with a view to increasing competitiveness and consumer demands. In contrast to this scenario, the literature describes as primary common errors in forms of consideration of processing processes. Therefore, this study aimed to present the relation of the "design" of product structure with the inconsistency of the data generated by the production controller, suggesting that the product design development should be linked to the processes during the stages of transformation. This format, combined with capacity guarantees real production status and efficient logistics supply objectified. The action research used as a methodology identified the problems encountered in business, analyze the current situation, to draw up the proposals of the results and finally compile the data for submission of productive capacities for assembly work center, measuring the impact of the structure of product manufacturing in the current bills of the organization. The results were satisfactory, ensuring, among others, precisely for decision-making and reliability in delivery times to the consumer market.*

Keywords: Product structure, Status of production, Logistic supply.

1. Introdução

O termo produção está cada vez mais difundido nas organizações, ao passo que aumenta a competitividade nas operações, busca-se a otimização nos seus respectivos processos. Em suma à qualidade e a exigência de baixos custos, constituem-se nos princípios básicos que os consumidores exigem nos produtos e serviços (EVANGELISTA *et al.*, 2011).

Em contrapartida, segundo Corrêa *et al.* (2007) é mais comum do que se imagina encontrarmos nas empresas erros primários na definição de *lead times* e discordâncias nas estruturas dos produtos. O efeito prático desta situação é na maioria das vezes o subdimensionamento dos tempos de processos resultando em falta de materiais e gerando atrasos nas entregas aos clientes. A dificuldade está em estimar os tempos de espera e do próprio processamento da produção de determinado componente da lista de materiais. Da mesma forma, Fernandes e Marins (2012) enxergam dificuldades no mapeamento e na formação do processo logístico, pois não há práticas comuns que sustentem uma Produção Enxuta (PE) e um amplo *mix* de produção cada vez mais utilizado pelas organizações.

Inegavelmente como pontuam Martins e Laugeni (2005) *lead times* menores trazem tempos de atravessamento menores, estoques em processo reduzidos, mais agilidade para responder as mudanças exigidas pelo mercado e tempos de entrega menores aos clientes. Junior (2011) deixa claro que é preciso um controle de fábrica apurado para permitir a execução dos planos de materiais e da capacidade fabril, afim de controlar os Centros de Trabalho (CT) e consequentemente garantir dados factíveis para maximização dos processos.

Corrêa *et al.* (2007) em seus estudos, esclarece que há limitações na lógica do MRP (*Manufacturing Resources Planning*) para empresas com processos produtivos que apresentem roteiros complexos e múltiplos alternativos. Como explica Junior (2011) estas constatações fazem com que várias empresas se utilizem de sistemas híbridos de MRP e *Just in Time* (JIT).

Como resposta a redução de estoques está a gestão fabril, que deve ter como responsabilidade “enxergar” de forma clara e precisa sua capacidade produtiva. Para que esta estratégia se consolide é necessária a concepção dos projetos produtos condizentes com a realidade da manufatura da organização em questão, afim de permitir a leitura da situação corrente dos produtos em suas fases de transformação (SLACK *et al.*, 2009). Neste contexto Janardanan *et al.* (2008) afirmam que nos últimos tempos, apesar das restrições, existem *softwares* e estudos voltados ao gerenciamento do desenvolvimento de produtos de forma colaborativa, visando garantir a otimização e a garantia do banco de dados destes.

Desta forma, a proposta deste trabalho foi desenvolver um modelo de estrutura de produto que considere o processo de manufatura, ao qual o produto se conceberá, garantindo indiretamente que o sistema consiga “ler” de maneira precisa o desenvolver dos processos, através de apontamentos no decorrer de cada centro de trabalho, juntamente com o abastecimento dos componentes processados.

2. Revisão de literatura

2.1. Filosofia *Just in Time* (JIT)

Como esclarece Corrêa *et al.* (2007) o JIT surgiu no Japão, em meados da década de 70 e seu desenvolvimento é creditado à *Toyota Motor Company*, o qual visava um sistema de administração que permitisse coordenar a produção com uma demanda específica com o mínimo de atraso. De encontro a filosofia JIT, o sistema *Kanban* permite “puxar” a produção a

partir da demanda, produzindo assim em cada estágio produtivo somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no instante necessário.

Para Slack *et al.* (2009) o JIT é uma abordagem disciplinar que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios, utilizando-se do mínimo das instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Nakagawa (1993) afirma que o JIT é um processo contínuo que objetiva melhorar a produtividade e a qualidade, ao nível do chão de fábrica, enfatizando a melhoria dos processos de produção.

2.2. A capacidade produtiva

O controle do nível de estoque e o atendimento ao cliente são duas das metas mais traçadas para a administração da produção, juntamente com outra meta, geralmente deixada de lado, que é a utilização da capacidade instalada, a qual na maioria das vezes é superdimensionada para haver maior segurança (JUNIOR, 2011).

Segundo Chiavenato (2008) a capacidade de produção de uma empresa constitui o potencial produtivo desta, ou seja, o volume de produção de produtos ou serviços realizáveis. Para Corrêa *et al.* (2007) a falta de consideração da capacidade no planejamento dos materiais sempre implica em custos adicionais, seja com o excesso de capacidade, pela formação de estoques ou pelas consequências do atraso na entrega de produtos finais ao mercado. Slack *et al.* (2007) em seus estudos também afirmam que produzir apenas para manter alta utilização de capacidade não tem sentido e também é contra produtivo, já que o estoque extra gerado dificulta o aprimoramento da produção.

Ainda para Corrêa *et al.* (2007) o simples fato de um sistema de produção ser bem implantado garante a coordenação informacional entre fases de um processo de transformação e dispõem informações aos tomadores de decisão. O conhecimento da capacidade produtiva expressa-se no momento em que existe:

- a) Gerência dos lotes de produção;
- b) Gestão detalhada de recurso incluindo: sequenciamento, liberação, monitoramento de equipamentos;
- c) Alocação e coordenação de recursos humanos e ferramental;
- d) Instruções de trabalho;
- e) Rastreabilidade.

Como descreve Corrêa *et al.* (2007) a variedade de produtos dispostas ao mercado consumidor pelas empresas é ainda elevado implicando em demandas variáveis no planejamento de curto prazo, porém o MRP II, que em português quer dizer: Planejamento das Necessidades do Materiais, não atende de maneira precisa unidades produtivas que contenham em suas formas de produção problemas mais complexos, como diferentes níveis de produção para combinações de máquinas, ferramentas, operadores, *split* (divisão) e *overlapping* (sobreposição) de ordens e operações, alocação de recursos a ordens com alto grau de variabilidade.

2.3. O desenho da estrutura de produto

Conforme dito por Corrêa *et al.* (2007) um bom sistema da administração garante registros corretos acerca da composição dos produtos. Como comprovação Slack *et al.* (2009) apresentam que estudos realizados em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm demonstrado que o projeto determina 70% a 80% dos custos da produção.

A estrutura do produto é um conjunto de objetos e seus inter-relacionamentos, sendo que esta ilustra os tipos de componentes e como eles se relacionam entre si, de forma hierárquica para um determinado fim. É a representação de como os componentes, subconjuntos e conjuntos se juntam para formar a configuração do produto (JANARDANAN *et al.*, 2008).

Para Corrêa *et al.* (2007) se os conjuntos e seus respectivos componentes forem consumidos em determinado centro produtivo permitir-se-á um nível altamente detalhado de informações dos materiais. Este detalhamento permite:

- a) Transferência de material de um local para outro;
- b) Transferência de material de um local de armazenagem para a Ordem de Fabricação (OF);
- c) Transferência de material de uma dada OF para um local de armazenagem;
- d) Transferência de material de uma dada OF para outra OF;
- e) Baixa de material a partir de um local de armazenagem;
- f) Baixa de material a partir de uma OF.

2.4. Listas de materiais e seu abastecimento

Os trabalhos encontrados sobre logística interna em fábricas são escassos se comparados aos de logística externa (FUNK, 1995; WU, 2003; CHUAH, YINGLING, 2005; REICHHART, HOLWEG, 2007 *apud* MARODIN *et al.*, 2012). Um guia para criar o fluxo de materiais dentro da fábrica foi concebido por Harris *et al.* (2004 *apud* MARODIN *et al.*, 2012), entretanto, sem a demonstração prática de aplicação dos conceitos e com uma abordagem ampla. Zylstra (2008

apud MARODIN *et al.*, 2012) conceitua a cadeia de suprimentos e a logística na PE, seja ela interna ou externa, mas não exemplifica as dificuldades encontradas no momento da implantação.

Cassel *et al.* (2002) em seus estudos afirmam que a logística tem interfaces com a atividade e operações, no abastecimento de materiais, no manuseio e na expedição de produtos acabados, sendo que sua influência tem implicação direta nos níveis de estoque.

A sugestão de Harris (*apud* MARODIN *et al.*, 2012) é a criação de um banco de dados contendo todas as informações necessárias para gerenciamento das peças de seu ponto de origem (estoques) até seu ponto de consumo.

Atrelado a separação de pedidos está a liberação da OF. No momento da “abertura da ordem” o sistema “empenhará” ou reservará os materiais para que não sejam considerados mais disponíveis, mesmo estando fisicamente na área de estoque. Além disso, ao depender desta informação centraliza-se as decisões ao sistema, não deixando tais para o colaborador e justificando a importância do sequenciamento da produção (CORRÊA *et al.*, 2007).

2.5. Apontando *status* de produção

Segundo Corrêa *et al.* (2007) os sistemas de rastreabilidade podem associar lotes a roteiros produtivos, permitindo caso seja necessário, a identificação do equipamento ou o operador que gerou o lote defeituoso ou o atraso na produção.

Por definição o custo da matéria-prima também envolve-se na quantificação do custo da produção. Durán (2004) em seus estudos diz que a matéria-prima deve ser consumida em uma dada unidade do produto. Para que isso ocorra um controle de estoque apurado deve existir, o qual permite a movimentação ao longo de um dado período, bem como o seu consumo por parte de cada produto ou linha de produção.

Corrêa *et al.* (2007) veem como um dos motivos para a geração de estoque a não coordenação entre fases de um processo de transformação, considerando que pode ser impossível ou inviável coordenar estas.

Para que haja rastreio e gerenciamento das ordens de produção em seu curso é preciso pontos de controle entre as operações (CORRÊA *et al.*, 2007). O controle de fábrica conforme sugere Junior (2011) é responsável por executar o plano de materiais e de capacidade, controlar todas as atividades dos centros de trabalho, maximizar a produtividade e controlar prioridades por intermédio de alguns questionamentos:

- a) O que estamos produzindo? ;
- b) Quais itens serão consumidos? ;
- c) Quando iniciamos e quando terminamos a operação? ;
- d) Quando são necessários os itens? .

Corrêa *et al.* (2007) afirmam que a resposta a estes questionamentos está na acurácia dos dados gerados no *backflushing*, ou seja, na “baixa automática” dos itens da estrutura do produto.

O dia a dia do programador da produção depende diretamente dos dados gerados pelo controle da fábrica, pois este envolve-se em definições determinantes dos custos de produção, dentre as quais o uso de hora extras, ligação e desligamento de recursos humanos. Sendo que estes planos de produção gerados ao “chão de fábrica” determinam os desempenhos dos prazos de entrega aos clientes, sejam eles internos (setores sequentes) ou o próprio consumidor final (JUNIOR, 2011).

O *Manufacturing Execution System*, o qual em sua tradução literal quer dizer Sistema de Execução da Manufatura ou simplesmente MES, é um sistema de gerenciamento que orienta as melhorias de desempenho complementando e aperfeiçoando os sistemas integrados, neste caso, o MRP II. Em sua essência o MES faz a ligação entre o sistema de planejamento e o chão de fábrica aumentando a dinâmica do “planejador”, o qual não seria capaz de lidar com aspectos de andamento de uma ordem de produção em progresso e com as restrições de curto prazo. A acurácia dos dados, ou seja, a alocação dos recursos, garante e permite verificar se o que fora previsto pelo planejador será alcançado no período previsto (CORRÊA *et al.*, 2007).

3. Método de Trabalho

Como procedimento metodológico adotou-se a pesquisa-ação, pois nesta ocorre o envolvimento do pesquisador com o estudo. A pesquisa-ação é expressa por Roesch (2005) como sendo uma estratégia de pesquisa que permite conhecer a realidade social empírica, pois o pesquisador tem acesso aos dados e, portanto, desenvolve os componentes analíticos, conceituais e categóricos de explicação através dos dados coletados.

Para Marconi e Lakatos (2008) a exploração técnica investigador baseando-se em conhecimentos teóricos anteriores, planeja minuciosamente o método a ser utilizado, formula problemas e hipóteses, registra de maneira sistemática os dados e os analisa com a maior exatidão possível.

Como esclarece Thiollent (1997) não há etapas pré-definidas nos projetos de pesquisa-ação, mas existem quatro grandes fases. Sendo estas:

- a) Exploratória: Pesquisadores e membros começam a detectar os problemas, os atores, as capacidades de ação e os tipos de ação possível;
- b) Pesquisa aprofundada: fase onde são deliberadas possíveis ações transformadoras;
- c) Ação: com base nas investigações define-se os objetivos alcançáveis por meio de ações concretas;
- d) Avaliação: observa e direciona o que realmente está acontecendo.

Neste contexto, a Figura 1 apresenta as fases de desenvolvimento da pesquisa-ação:

Figura 1 - Delineamento simplificado do método



Fonte: Autor

3.1. Identificação / comprovação e definição dos problemas

Com intuito de identificar e comprovar a veracidade das situações problema, foi elaborado uma pesquisa quantitativa e aplicada em 4 empresas do setor metal mecânico da região norte do estado do Rio Grande do Sul.

Segundo Kotler (2012) a flexibilidade deste tipo de pesquisa faz com que este instrumento seja o mais utilizado para coleta de dados primários. A utilização de perguntas fechadas especifica de antemão possíveis respostas, gerando respostas claras e de fácil tabulação. Desta forma, foram elaborados dois questionários, um para área logística e outro para a montagem. Os questionários aplicados, os quais com as respostas suprimidas, podem ser vistos a seguir nas Figuras 2 e 3:

Figura 2 - Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de logística

Perguntas Questionário Quantitativo Logístico	
1	Considerando que a empresa em estudo trabalha com sistema puxado, qual o impacto para a logística ao mudar a sequência de produção gerada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP)?
2	Há duas formas principais de solicitação dos componentes e kit's ao setor logístico. Através de sinalização visual (andons e cartões) ou via sistema, o que o torna automático. De um modo geral, a solicitação é eficiente e de fácil entendimento aos usuários? Enumere o grau de importância, sendo 0 (ruim) e 5 (excelente).
3	O disparo de abastecimento de componentes a linha de montagem baseia-se totalmente no sistema Kanban? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
4	O tempo de resposta entre o instante de acionamento por parte do cliente montagem e o real abastecimento dos componentes e kit's é garantido pelo setor logístico? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
5	Caso haja listas de separação para a logística, estas condizem em códigos e quantidades com o que realmente é consumido pelo cliente montagem? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
6	As listas de separação de kit's e componentes acima citadas são:
7	Caso haja casos em que colaboradores do setor de montagem se direcionam até os locais de armazenamento(disfunção), o que isto pode provocar ao estoque?
8	No momento do retorno de embalagens e carros de transporte da montagem para as áreas de estoque existe devolução de componentes? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
9	Caso haja lista de separação e consequente formação de carros kit's nas áreas de estoque, estes são estocados ante ao encaminhamento ao cliente montagem? Quantos em média?
10	É possível mensurar a capacidade produtiva instalada nos setores logísticos envolvidos separação?

Fonte: Autor

Figura 3 - Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de montagem

Perguntas Questionário Quantitativo Montagem	
1	A sequência de produção gerada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) é respeitada pelo setor de montagem? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
2	A solicitação de componentes e kit's para o setor logístico é feito de maneira automática ou exige-se sinalização por parte do setor de montagem?
3	A solicitação de componentes e kit's para a logística é feita de que maneira?
4	Se solicitação através de digitação individual de cada código componente ou via e-mail, quanto tempo em média esta prática está despreendendo do tempo do colaborador responsável por esta atividade?
5	Os componentes e kit's abastecidos a montagem são sempre os corretos e nas quantidades certas de consumo? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
6	O instante de fazer o pedido de componentes e kit's para a logística está definido? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
7	Os colaboradores ligados ao setor de montagem deslocam-se até as áreas de estoque para coleta de componentes e kit's? Caso Sim, com qual frequência?
8	Há componentes de característica Kanban que mantêm-se dispostos na célula de trabalho e não são consumidos pela montagem desta mesma célula? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
9	O abastecimento dos componentes é feito em um ponto específico da linha de montagem ou respeita cada célula de trabalho? Se feito em um ponto específico da linha, qual a extensão em metros da linha de montagem?
10	Os endereços de alocação(loais) dos componentes e kit's são respeitados pelos abastecedores logísticos? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
11	Há acúmulo de componentes e kit's nos endereços de alocação destes? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).

Fonte: Autor

A compilação dos dados obtidos na pesquisa foi feita através do *software* aplicativo SPSS.

3.2. Análise da situação atual

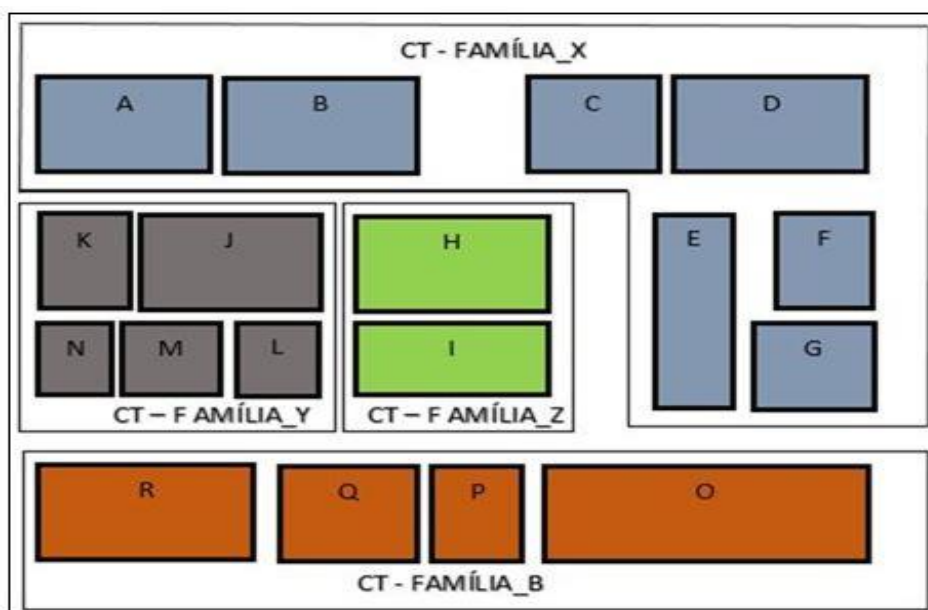
Como sugere Corrêa *et al.* (2007) a rastreabilidade dos componentes deve estar associada aos roteiros produtivos. Desta forma, para verificação da situação atual foram coletadas as informações incluídas nas OF. Os critérios considerados na coleta foram:

- a) Código do conjunto;
- b) Célula de “baixa” (*backflushing*);
- c) Lista de materiais da estrutura avaliada;
- d) Célula de consumo do componente;
- e) Quantidade consumida de cada componente por CT.

Ao avaliar que os componentes das listas de materiais das OF não são montados em uma única célula de trabalho pode-se compará-los ao que prescreve Junior (2011). Em seus estudos o controle de fábrica tem que controlar as atividades de cada célula de trabalho maximizando a produtividade. Conforme Corrêa *et al.* (2007) a “baixa de componentes” automaticamente da estrutura do produto deve coincidir com o local que aponta determinado processo (*status* de produção).

Nas observações da situação atual percebeu-se a existência de CT únicos por família de produto, ou seja, um CT para a família de produtos X, outro CT para a família de produtos Y, sendo que em nenhum dos casos, como visto na representação a seguir na Figura 4 existe apenas uma célula de trabalho envolvida nos processos de montagem:

Figura 4 - Esquema dos centros de trabalho da montagem



Fonte: Autor

A situação evidenciada vai de encontro ao que propõem Dúran (2004), pois os componentes não estão sendo consumidos em uma dada unidade de produto no decorrer do processo de montagem. Permita-se pensar no que propõem Dúran com a realidade encontrada: uma Ordem de Fabricação X é entregue a célula de trabalho E, posteriormente o colaborador “aponta” o início do processo de montagem no coletor e inicia o processo de montagem.

Na etapa inicial o montador separa todos os componentes previstos na lista de materiais da OF, mas ao finalizar o processo de montagem, em acordo ao procedimento operacional padrão do CT, percebe que vários componentes ainda estão na bancada. A OF é “lançada” no sistema para permitir a baixa dos componentes automaticamente (*backflushing*). Desta forma, além da discordância entre os componentes lançados no sistema e o real consumo dos mesmos evidencia-se que:

- a) A logística abasteceu os componentes no local incorreto;
- b) O sistema entendeu que os componentes foram consumidos no CT da Família X, mas não identifica em que célula;
- c) A interpretação do sistema é de que o tempo transcorrido contempla toda o processo de montagem;
- d) Via sistema estas peças ou conjuntos foram consumidos. Caso à produção seja feita através de estoque mínimo, as mesmas podem ter gerado necessidade para o MRP.

3.3. Proposições de resultados e elaboração do projeto

Segundo Chiavenato (2008) um dos subfatores que define capacidade produtiva é a capacidade instalada. Como especificado anteriormente o setor de montagem não consegue rastrear seus processos e consequentemente não “enxerga” a capacidade instalada da célula de trabalho E. Com isso, propõem-se em acordo aos estudos de Corrêa *et al.* (2007) o rastreio e gerenciamento através de pontos de controle com a criação de CT específicos para cada célula.

Na visão de Junior (2011) é fundamental manter-se o controle das operações fabris envolvidas em cada etapa do processo, representando o *status* da produção. Conforme Corrêa *et al.* (2007) registros corretos acerca da composição das estruturas de produtos são primordiais para evitar informações redundantes. Sendo assim, fica evidente a importância e sugere-se a consideração dos recursos (centros de trabalho), pelos quais os materiais constituintes do produto são transformados, no período de concepção do projeto do produto. As listas de materiais condizentes com seu processo de transformação formam uma estrutura de produto para a manufatura.

Harris *et al.* (apud MARODIN *et al.*, 2012) sugerem para endereçamento dos componentes nos seus pontos de consumo a criação de um banco de dados que contenha todos os dados necessários para suas movimentações. Segundo Corrêa *et al.* (2007) a separação de pedidos tem relação direta com a “abertura das ordens de produção”, pois estas geram reserva no estoque. Relacionando os dois autores fica visível que ao desenvolver a estrutura de produto para a manufatura estamos relacionando os componentes a determinado CT, e consequentemente um endereçamento. A Figura 5 a seguir visa representar a relação existente entre a estrutura de produto para a manufatura e os três temas base avaliados neste estudo:

Figura 5 - Relação estrutura de produto para a manufatura e objetivos específicos

OBJETIVO	PROPOSIÇÃO	AUTOR
CAPACIDADE PRODUTIVA	Capacidade instalada / Mão de obra / Matéria prima disponível / Recursos financeiros	Chiavenato
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
STATUS DE PRODUÇÃO	<u>Associação a roteiros produtivos</u>	Corrêa et al.
	<u>Consumo em um Centro de trabalho específico</u>	Durán
	Pontos de controle entre as operações	Corrêa et al.
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
	<u>Acurácia dos dados no backflushing da estrutura</u>	Corrêa et al.
ENDEREÇO DOS PONTOS DE CONSUMO	PPCP (Plano Para Cada Peça)	Harris
	Ordem de Fabricação(OF) reservando material	Corrêa et al.
	<u>Associação a roteiros produtivos</u>	Corrêa et al.
	<u>Consumo em um Centro de trabalho específico</u>	Durán
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
	<u>Acurácia dos dados no backflushing da estrutura</u>	Corrêa et al.

Fonte: Autor

4. Apresentação e análise dos resultados

A acurácia dos dados prescrita por Corrêa *et al.* (2007) tem base na estrutura do produto para a manufatura, onde cada item “pai” ou “filho” será componente de um conjunto devidamente montado em uma célula de trabalho específica. Em termos de MRP, a cada “rodada” de sistema, dito plano mestre de produção, ter-se-á os componentes envolvidos em cada centro produtivo para dado produto da organização. Esta mesma lista de materiais é utilizada para abastecimento logístico e permite gerenciar a sequência de produção sem gerar elevado estoque em processo.

Neste “desenho”, a “baixa automática” de componentes dispõem ao sistema precisão nos dados para definição dos *lead times* de produção.

4.1. A pesquisa comprobatória

A pesquisa demonstrou que em 75% dos casos avaliados exige-se a sinalização por parte do setor montagem para garantir a vinda dos componentes para a célula de trabalho, sendo que a especificação de quais itens devem ser abastecidos, é feita em 29,6% via *e-mail*, 19,4% através da leitura dos códigos de barras das OF, em 18,5% solicita-se via comunicação oral, 13,9% dos casos via sistema, mas através da digitação de cada componente e sua respectiva quantidade, e em 18,5% de outras formas não especificadas. Nos casos apresentados como digitação individual os resultados especificam que em 24,1% das situações têm-se o desprendimento do operador no tempo de 30 à 60 minutos por dia e em 16,7% 2 à 3 horas/dia representando uma alta taxa de disfunção.

O setor de logística afirmou que há colaboradores de outras áreas acessando os depósitos de armazenagem. Sendo assim, 49,95% dos respondentes disseram que esta prática implica em baixa acurácia dos estoques e 29,52% assinalaram que os componentes retirados sem “baixa” podem ser vistos como material não produzido.

Em casos em que há componentes dispostos na linha de montagem, com forma de abastecimento via *kanban* obteve-se 13% das respostas como sendo Sempre a disposição sem uso destes, em 18,5% como Quase Sempre, 23,1% como Nunca, comprovando-se assim que há contentores sem uso.

Outro fator considerado é a acurácia dos componentes no quesito consumo *versus* célula. 21,3% dos respondentes assinalou como Muito Raramente, ao passo que em 15,7% das respostas obteve-se a especificação de que Nunca os componentes são abastecidos corretamente e na quantidade consumida, comprovando a sinalização de 22,9% como sendo Quase Sempre e em 18,1% como sendo Muitas Vezes a devolução de componentes para os estoques após o processo de montagem.

A compilação dos dados da pesquisa demonstrou claramente os impactos por não existir uma forma precisa de especificar os componentes a serem abastecidos em cada CT. Há falta de precisão nos estoques prescrita por Corrêa *et al.* (2007) como devastadora é realidade das organizações avaliadas, a imprecisão do *backflushing* resulta em divergências de abastecimento logístico, a disfunção dos colaboradores esclarece que a capacidade produtiva do setor montagem reduz-se, pois executa atividades referentes as atribuições da área logística.

4.2. Status de produção e a situação atual

A pesquisa aprofundada apresentou subsídios para o diagnóstico atual da organização. A análise total dos códigos de conjuntos da lista técnica compreendeu a avaliação de 7852 códigos e demonstrou disparidade entre a realidade atual e a sugerida neste trabalho.

A coleta dos dados comprovou que 17,47%, ou seja, 1372 conjuntos são processados parcialmente em uma célula de montagem, mas o apontamento final, o qual “informa” ao sistema que o componente fora montado por completo, é feito nesta. Sendo assim, o *backflushing* dos componentes não condiz com a realidade e não obtêm-se o consumo por uma dada unidade do produto no decorrer de sua manufatura.

Em acordo ao estudo, cada célula de trabalho deve conter sua própria ordem de fabricação atrelada a seu roteiro produtivo. Desta forma ter-se-á paridade entre o *status* de produção apresentado pelo sistema e o real, tendo em vista que os componentes serão consumidos no intervalo compreendido entre o apontamento inicial e o apontamento final da OF. Um resumo da realidade atual e da proposta de estrutura sugerida pode ser visto no Quadro 1 a seguir:

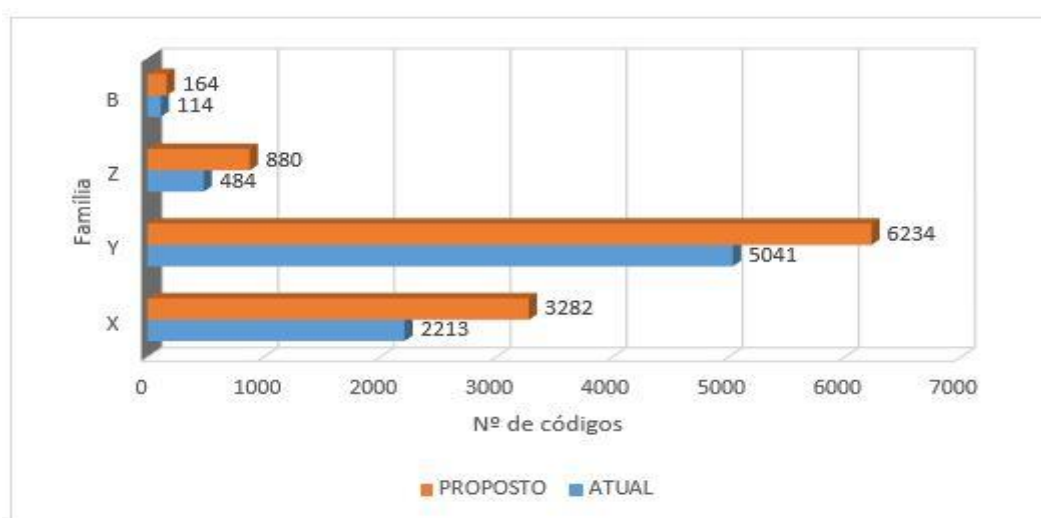
Quadro 1 - Situação atual *versus* estrutura de produto para a manufatura

Quantidade de conjuntos avaliados	7852	
CT Família X	2213	28,18%
CT Família Y	5041	64,20%
CT Família Z	484	6,16%
CT Família B	114	1,45%
Processados em múltiplos CT's e apontados em 1 CT	1372	17,47%
Família X	614	44,75%
Família Y	564	41,11%
Família Z	172	12,54%
Família B	22	1,60%
Códigos novos à serem criados	2708	
Família X	1069	39,48%
Família Y	1193	44,05%
Família Z	396	14,62%
Família B	50	1,85%

Fonte: Autor

A Figura 6 a seguir apresenta em gráfico um comparativo entre a quantidade atual de códigos de conjuntos em contraste a proposta do estudo:

Figura 6 - Comparativo entre a quantidade atual de códigos e a proposta no estudo

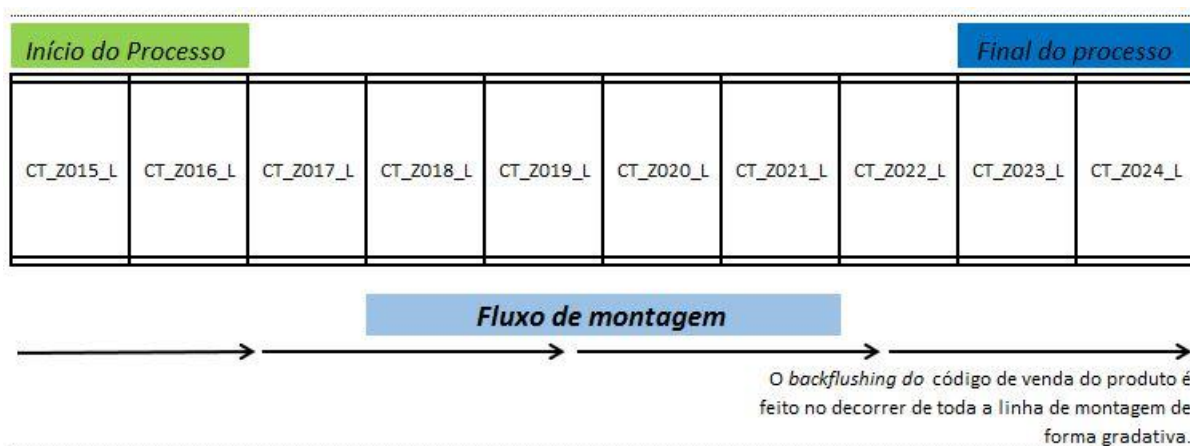


Fonte: Autor

A definição do acréscimo de 34,48% (2708 códigos) levou em consideração alguns critérios pré-definidos. Os mesmos estão pontuados a seguir:

- Os códigos processados em centros de trabalho com característica linha de montagem não foram desmembrados em função da sequência contínua de montagem da linha principal, como demonstrado na Figura 7:

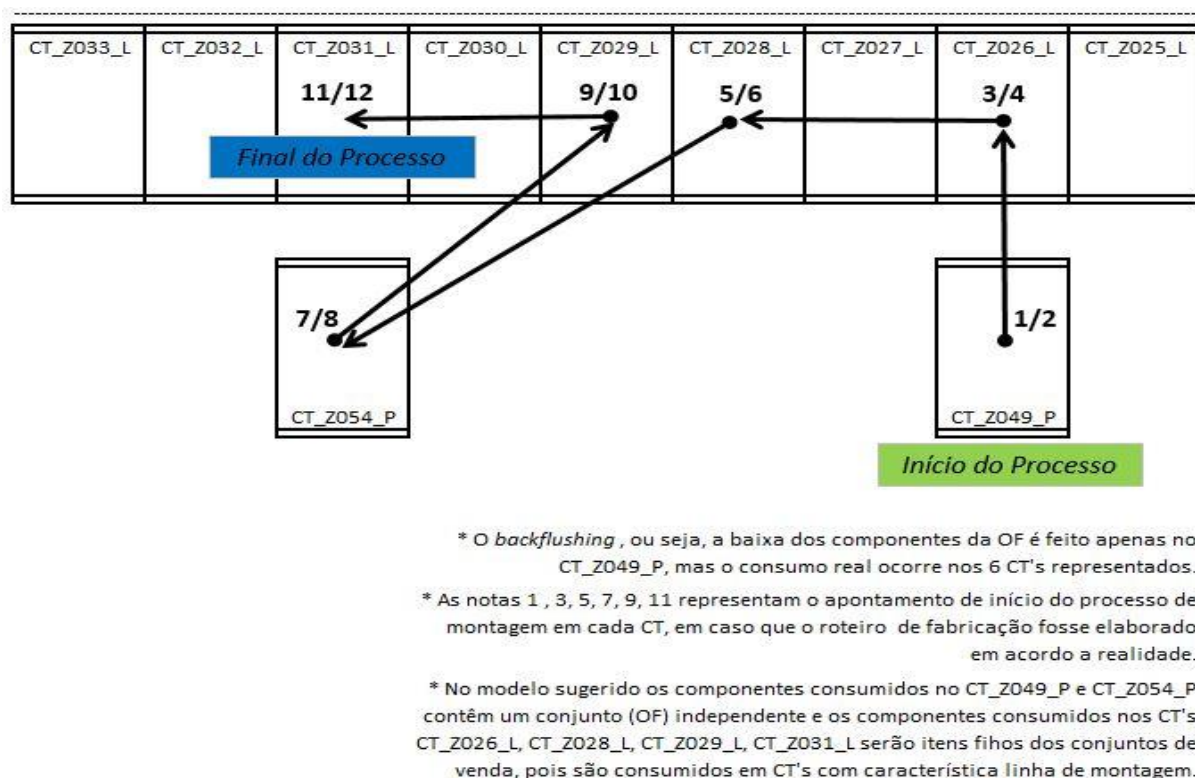
Figura 7 - Representação do fluxo da linha principal



Fonte: Autor

- Conjuntos processados em centros de trabalho com característica pré-montagem com ordem de fabricação independente. A Figura 8 representa o fluxo de montagem de um conjunto pré-montado atual:

Figura 8 - Fluxo de um conjunto pré-montado atual



Fonte: Autor

O roteiro do processo de montagem do conjunto representado na Figura 8 apresenta claramente o que Corrêa *et al.* (2007) classifica como limitantes para o MRP, ou seja, *split* (divisão) e *overlapping* (sobreposição) de ordens e operações e alocação de recursos a ordens com alto grau de variabilidade.

4.3. Controlando a fábrica através de centros de trabalho

A criação de centros de trabalho em todas as células do setor de montagem dará suporte para o controle de fábrica sugerido por Junior (2011), pois torna gerenciável principalmente a mão de obra alocada nas células, a capacidade instalada, os turnos de trabalho, permite rastreabilidade do processo, apontamento de produção, gerenciamento de custos específicos, facilidade no abastecimento de componentes, viabilização e agilização nos levantamentos de dados para estudos logísticos e de manufatura. A apresentação da visão geral dos centros de trabalho do setor montagem pode ser vista a seguir na Quadro 2:

Quadro 2 - Capacidades e Centros de Custo do setor de montagem

Quantidade Centros de Trabalho (CT)	174
CT Família X	47
CT Família Y	50
CT Família Z	68
CT Família B	9
Códigos Centros de Custo (CC)	4
CC Família X	100
CC Família Y	200
CC Família Z	300
CC Família B	400
Capacidade Total de Projeto da Montagem	4593,6 horas
Capacidade Total Efetiva	3674,88 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família X	704 horas
Capacidade Efetiva (X)	563,2 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família Y	633,6 horas
Capacidade Efetiva (Y)	506,88 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família Z	880 horas
Capacidade Efetiva (Z)	704 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família B	79,2 horas
Capacidade Efetiva (B)	63,36 horas
Capacidade Individual (número de colaboradores)	261

*A unidade de medida das capacidades utilizada é a hora/dia

*Para definição da capacidade efetiva foi utilizado grau de utilização da célula como sendo 80%

Fonte: Autor

5. Considerações finais

A pesquisa-ação justificou e comprovou os benefícios de se considerar os processos de fabricação na concepção do projeto do produto, tendo em vista que a acurácia dos dados aproxima os resultados da otimização dos processos buscada e por conseguinte maximiza os lucros da organização.

A coordenação entre as fases torna-se realidade, pois o rastreamento com 100% de acurácia nos processos de montagem são reflexos da garantia do *backflushing* físico e do sistema, ou seja, os componentes necessários para a montagem de determinado conjunto são os mesmos que o sistema considera no instante do apontamento final da ordem de fabricação em uso. Este *status* de produção fabril, dará aos planejadores base concisa para as tomadas de decisões e confiabilidade nas datas dos planejamentos de entrega ao cliente final.

O endereçamento logístico também objetivado no escopo do projeto fora atendido. Desta forma a logística abastece cada centro de trabalho com a informação contida na ordem da fabricação. Eliminando a solicitação dos componentes via *e-mail*, via comunicação oral ou quaisquer outras formas e assim garantindo que o centro de trabalho não contenha ou receba componentes erroneamente.

É fato, que há novos posicionamentos das organizações competitivas atuais quanto a disposição de uma maior linha de produtos aos clientes, sendo assim, a pesquisa-ação em questão esclarece e alcança de maneira satisfatória o objetivo geral, pois demonstrou que a concepção do projeto tem relação direta com as oportunidades de otimização da produção e permite a leitura dos tempos de espera e do próprio processamento dos materiais envolvidos de maneira simples e objetiva, o que por sua vez, facilita a análise dos *lead times* da gestão fabril das empresas.

Referências Bibliográficas

- CASSEL, R. A., CARMO, F. D., CAMPANA, F. L., RITTER, F. J., SILVA, M. H. Simulação da Logística Interna da Área de Armazenagem de uma Empresa do Setor Moveleiro. **Abepro**, out. de 2002.
- CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**. 2ª ed. Barueri, Brasil: Manole, 2008.
- CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2007.
- DEMOLY, F., YAN, X., EYNARD, B., RIVEST, L., GOMES, S. *An assembly oriented design framework for product structure engineering and assembly sequence planning. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, p. 33-46, 2011.
- DURÁN, O. **Engenharia de Custos Industriais**. 1ª ed. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil: UPF, 2004.
- EVANGELISTA, A. A., JUNIOR, N. A., JUNIOR, S. B., RAMOS, A. L. O impacto da eficiência do planejamento e controle de produção (PCP) como um fator de competitividade: um estudo de caso em uma empresa de médio porte. **Ingepro - Inovação, Gestão e Produção**, v. 03, n.07, jun. 2011.
- FERNANDES, S. T., MARINS, F. A. Aplicação do Lean Six Sigma na Logística de Transporte. **Produção Online**, v.12, p.297-327, abr./jun. de 2012.
- JANARDANAN, V. K., ADITHAN, M., RADHAKRISHNAN, P. (2008). *Collaborative product structure management for assembly modeling. Computers in industry*, p. 820-832, 2008.
- JUNIOR, C. C. **Sistemas Integrados de Gestão ERP - uma abordagem gerencial**. 4ª ed. Curitiba, Brasil: IBPEX, 2011.
- KOTLER, P., KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14ª ed. São Paulo, Brasil: Pearson Education do Brasil, 2012.
- MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2008.
- MARODIN, G., ECKERT, C. P. de, SAURIN, T. A. Avançando na implantação da logística interna lean: dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. **Revista Produção Online**, v.12, p. 455-479, abr./jun. de 2012.
- MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Saraiva, 2005.
- NAKAGAWA, M. **Gestão Estratégica de Custos**. São Paulo, Brasil: Atlas, 1993.
- NIGEL, S., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas., 2009.

ROESCH, S. M. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 3ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2005.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo, Brasil: Atlas, 1997.